

УДК 581.524:502.55:630\*

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.1.104

## **КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕЗЕРВАТОВ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО И НАЗЕМНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ\***

*С.А. Шавнин, д-р биол. наук, проф., вед. науч. сотр.*

*В.А. Лебедев, мл. науч. сотр.*

*В.А. Галако, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр.*

*В.Э. Власенко, канд. биол. наук, ст. науч. сотр.*

Ботанический сад Уральского отделения РАН, ул. 8 Марта, д. 202а, г. Екатеринбург, Россия, 620144; e-mail: common@botgard.uran.ru

В целях сохранения генетических ресурсов основных видов – лесообразователей в 1983-84 гг. на территории Свердловской области выделено 111 лесных генетических резерватов. Для оценки современного состояния данного вида охраняемых природных территорий проанализированы спутниковые снимки всех лесных генетических резерватов и проведено наземное обследование 15 из них. По спутниковым снимкам с помощью разработанных специализированных шкал определены: доля антропогенно нарушенной территории резерватов, наличие и выраженность безлесной буферной зоны вокруг них, соответствие системы выделения границ резерватов GPS-метками задачам ее практического использования. Выявлена степень нарушенности резерватов: более 20 % территории нарушено у 54, 10...20 % – у 25, 5...10 % – у 6, 0...5 % – у 21; для 5 резерватов данных нет. Установлено отсутствие полноценной безлесной буферной зоны у всех 111 резерватов. Только 30 из них имеют более или менее выраженную безлесную зону вдоль части границ, остальные окружены сплошным лесным массивом. Таксационные характеристики древостоев свидетельствуют о высоких лесоводственных показателях насаждений. Санитарное состояние древостоев: слабо-поврежденные – 11, неповрежденные – 4. Для всех обследованных резерватов средний индекс жизненного состояния деревьев составляет 2,2, дефолиация (изреженность кроны) – до 27 %, дехромация (пожелтение хвои) – 9 %. Показано, что комплексный подход к оценке состояния лесных генетических резерватов, сочетающий методы дистанционного и наземного лесоводственно-таксационного обследования древостоев, существенно повышает объективность получаемой информации и является перспективным для разработки системы мониторинга состояния существующих, а также создания новых резерватов в Российской Федерации. Предложены конкретные мероприятия по сохранению и улучшению состояния обследованных территорий.

*Ключевые слова:* генетический резерват, лесоводственно-таксационная оценка состояния сосновых насаждений, анализ спутниковых снимков, дистанционные методы.

---

\*Работа выполнена при финансовой поддержке комплексной программы Уральского отделения РАН (проект № 15-12-4-21).

*Для цитирования:* Шавнин С.А., Лебедев В.А., Галако В.А., Власенко В.Э. Комплексная оценка состояния лесных генетических резерватов Свердловской области с помощью методов дистанционного и наземного обследования // Лесн. журн. 2017. № 1. С. 104–118. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.1.104

*Введение*

Проблема создания системы лесных генетических резерватов (ЛГР) основных лесобразующих пород в России возникла в 80-х гг. прошлого века в связи со значительным истощением генетических ресурсов основных видов – лесобразователей. В процессе интенсивной лесозексплуатации безвозвратно исчезают лучшие хвойные и лиственные насаждения, уменьшается база для естественного и искусственного воспроизводства высококачественных лесов [6].

В соответствии с Решением Исполкома Свердловского областного совета народных депутатов от 25.11.1988 г. № 444 и Положением о выделении лесных генетических резерватов [8] на территории Свердловской области выделено 111 лесных генетических резерватов. Средняя площадь резервата составила около 1000 га, что является «критически» минимальной площадью для ЛГР, обеспечивающей минимальный необходимый для выживания популяции и ее потомства уровень полиморфизма [13].

В 2004 г. Управление лесного хозяйства Свердловской области утвердило выделенные ранее территории (с небольшими изменениями) в качестве ЛГР. Поскольку с момента их создания прошло более 30 лет и многие данные устарели, назрела необходимость провести инвентаризацию. В задачи настоящей работы входило: проанализировать современное состояние ЛГР и их соответствие экогенетическим требованиям; актуализировать сведения о расположении и границах; наметить комплекс мер для сохранения резерватов.

*Материалы и методы исследований*

*Дистанционное изучение современного состояния ЛГР* Свердловской области проводили путем поиска и анализа спутниковых снимков территорий резерватов в общедоступных некоммерческих базах данных.

Для поиска обозначенных GPS-метками [4] территорий ЛГР использовали специализированную программу SAS-Planet. Поиск осуществляли в следующих некоммерческих базах спутниковых снимков: Google, Yandex, Yahoo, Bing maps, Navteq, Nokia, GeoHub, Геопортал Роскосмоса, Kosmosnimki.ru.

Информативность указанных в документах ориентиров для практической работы с ЛГР оценивали (см. рисунок *а–в*) по введеному параметру «адекватность выделения границ GPS-метками», включающий три уровня:

«адекватно» – двоякое толкование границ резервата невозможно; как правило, территория обозначена 4–6 точками, образующими выпуклый многоугольник и однозначно соединяемыми линиями;

«требует уточнения» – набор ограничивающих резерват GPS-меток можно соединить несколькими равноценными способами, что приводит к неопределенности в расположении части границ (см. рисунок *а, б*).

«требует переделки» – указанные в документах GPS-координаты несут в себя явные ошибки; для полноценной работы с данными требуется исправление ошибочной информации (см. рисунок *в*).

Для дистанционной оценки сохранности ЛГР по спутниковым снимкам был введен параметр «нарушенность древостоя рубками»,

показывающий долю территории резервата, на которой визуальны отмечены следы рубок, частых просек, дорог (см. рисунок *в*, *г*). Параметр подразделяется на четыре градации в зависимости от доли нарушенной территории, %: 0...5, 5...10, 10...20, более 20 [13]. Отношение общей площади резервата к площади визуальны нарушенных рубками лесных массивов выявляли на снимках с использованием программы APFill 4.2. Для случаев, когда контуры резервата «требуют уточнения», рассчитывали среднюю степень нарушенности для 2–4 основных вариантов границ резервата.

*а**б**в**г*

Спутниковые снимки территорий ЛГР Свердловской области: *а*, *б* – Артинский ЛГР № 2 (пунктиром показан «наиболее очевидный» способ соединения пограничных GPS-меток, сплошной линией – выявленная в ходе инвентаризации фактическая форма резервата (снимок с ресурса «Kosmosnimki.ru»)); *в* – Карпинский ЛГР № 4 (все 4 закрепленные в документах пограничные GPS-метки находятся на одной прямой, выявить на их основе контуры резервата невозможно; сплошной линией очерчена выявленная в ходе инвентаризации фактическая форма резервата (снимок с ресурса «Яндекс.Карты»)); *г* – Гаринский ЛГР № 4 (резерват ограничен 4 GPS-метками и руслом реки; бывшая категория защитности насаждений – «запретная нерестовая полоса»; толстой линией на снимке очерчен контур резервата, тонкими – вырубки (снимок с ресурса «Яндекс.Карты»))

Важную роль для ЛГР играет наличие буферной зоны, защищающей от иммиграции чуждой пыльцы и семян из окружающих лесных насаждений неопределенного генетического состава [13]. В ходе исследований проводили количественную оценку степени пространственной изолированности насаждений резерватов от окружающих лесных массивов. Для этого нами был введен параметр «изолированность», показывающий долю периметра резервата, отделенного от окружающих лесных насаждений безлесной буферной зоной. Параметр подразделяется на четыре градации, выделенные на основе полученных результатов:

отсутствие буферной зоны;

наличие буферной зоны по 0,125...0,250; 0,250...0,500; 0,500...0,750 периметра соответственно.

Кроме того, для каждой буферной зоны выявляли ее среднюю ширину, названную нами буферным расстоянием. В качестве его основных градаций приняты: от 0,5 до 1,0 км; от 1,0 до 2,0 км; 2,0 км и более.

Для тех случаев, когда контуры резервата «требуют уточнения», рассчитывали средние значения изолированности и буферного расстояния для 2–4 основных вариантов границ резервата.

*Лесоводственно-таксационное изучение состояния ЛГР и их сохранности проводили выборочно, в пределах лесорастительных областей и лесорастительных округов [5]. Согласно классификации Б.П. Колесникова, территория Среднего Урала разделена на три лесорастительные области: Восточно-Европейскую равнинную, Уральскую горно-растительную и Западно-Сибирскую. Основные таксоны – лесорастительная область, лесорастительная зона и округ. Вспомогательные таксоны – подобласть, подзона, провинция, район и подрайон. В соответствии с этим подбор ЛГР был проведен с таким расчетом, чтобы оценить состояние основных единиц таксонов лесорастительного районирования. Всего обследовано 15 ЛГР.*

Для характеристики таксационных показателей древостоя использовали метод закладки круговых реласкопических площадок с помощью зеркального реласкопа В. Биттерлиха [17]. Количество круговых площадок устанавливалось в зависимости от площади выдела, однородности древостоя и его относительной полноты. Оценку показателей продуктивности проводили в сравнении с типичными для данного типа леса параметрами: бонитетом, полнотой, запасом на 1 га [5].

Оценку степени повреждения древостоев от воздействия антропогенных факторов (рекреации, аэротехногенного загрязнения и др.) проводили с учетом категорий состояния, классов повреждения и баллов жизненного состояния [1, 3, 10, 14, 18, 19].

#### *Результаты и обсуждение*

В ходе оценки состояния 111 ЛГР Свердловской области дистанционным методом установлено, что координаты пограничных GPS-меток, поряд-

ковые номера и названия резерватов соответствуют информации Министерства природных ресурсов Свердловской области [4, 9].

Пограничные GPS-метки привязаны к границам резервата. Последовательное соединение линиями (прямыми либо изогнутыми по естественным границам – опушка, река) позволяет получить контуры периметра ЛГР. Для каждого резервата (в зависимости от сложности его формы) имеется от 4 до 15 меток. При этом анализ спутниковых снимков и выборочное сравнение с картографическими данными показали, что ориентирование по последовательности пограничных GPS-меток не всегда позволяет верно и однозначно обозначить контуры резервата без обращения к материалам лесоустройств, в некоторых случаях данные о GPS-метках содержат существенные ошибки или опечатки.

В результате анализа информативности указанных в документах GPS-ориентиров установлено: 64 ЛГР (57,7 %) выделены метками адекватно, 42 ЛГР (37,8 %) требуют уточнения отдельных границ с использованием материалов лесоустройств, метки 5 ЛГР (4,5 %) требуют переделки: Карпинский № 4 (все точки на одной прямой), Новолялинский № 1 (опечатка в координатах точек 4 и 5), Режевский № 1 (опечатка в координатах точек 1 и 9), Североуральский № 2 (не указаны значения минут географической широты), Тавдинский ЛГР № 2 (метки смещены по широте за пределы Свердловской области).

Проведенная оценка антропогенной нарушенности территорий, ограниченных GPS-метками, показала: поврежденность сплошными рубками более 20 % – у 54 ЛГР (48,7 %); 10...20 % – у 25 ЛГР (22,5 %); 5...10 % – у 6 ЛГР (5 %); 0...5 % – у 21 ЛГР (18,9 %). По требующим переделки 5 ЛГР (4,5 %) данных не получено. Следует отметить, что в отдельных случаях поврежденность достигает более 50 %; древостой на территории отдельных ЛГР (Синячихинский № 3, Таборинский № 1) практически уничтожены.

Анализ дистанционной изолированности 111 резерватов от окружающих насаждений показал: 76 резерватов (68,5 % ЛГР) окружено сплошным лесным массивом, безлесная буферная зона отсутствует даже частично; 30 резерватов (27,0 %) имеют более или менее выраженную буферную зону; по 5 резерватам (4,5 %), требующим переделки GPS-координат, данных не получено.

Для 30 ЛГР, имеющих безлесную буферную зону, значения изолированности распределились следующим образом: от 0,125 до 0,250 периметра изолировано у 14 ЛГР (из них часть буферной зоны проходит вдоль требующих уточнения границ у 2 ЛГР); от 0,250 до 0,500 периметра изолировано у 9 ЛГР (из них часть буферной зоны проходит вдоль требующих уточнения границ у 4 ЛГР); от 0,500 до 0,750 периметра изолировано у 7 ЛГР (из них часть буферной зоны проходит вдоль требующих уточнения границ у 3 ЛГР). Резерватов, изолированных от окружающих лесных массивов безлесной зоной по всему периметру, среди ЛГР Свердловской области не обнаружено.

Буферное расстояние у 8 ЛГР составляет от 0,5 до 1,0 км; у 2 ЛГР – от 1,0 до 2,0 км; у 20 ЛГР – более 2,0 км.

Наиболее дистанционно изолированными от окружающих насаждений по совокупности параметров являются следующие ЛГР: Алапаевский № 1 (1030 га), Артинский № 2 (989 га), Каменск-Уральский № 1 (505 га), Камышловский № 1 (1071 га), Красноуфимский № 1 (994 га).

На основании анализа полученных результатов разработаны следующие практические рекомендации:

1. В связи с обнаружением значительного количества относительно недавних вырубок на территориях резерватов данный вид особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в целях их сохранения необходимо присоединить к программе спутникового контроля территорий, созданной для слежения за незаконными рубками [2].

2. Для тех случаев, когда границы ЛГР не отделены от окружающих лесных насаждений неопределенного генетического состава безлесным пространством, следует уделять особое внимание изоляции от чуждой пыльцы и семян. В частности, можно рекомендовать: на участках вдоль границ резервата создавать лесные культуры из посадочного материала, полученного из семян данного ЛГР; засаживать участки вдоль границ ЛГР насаждениями иного видового состава. Ввиду того, что основная (>99 %) масса пыльцы в древостое оседает на поверхности крон деревьев не далее расстояния, равного нескольким высотам древостоя [11, 12, 20], занятая генетически идентичными ЛГР насаждениями или лесными культурами других пород эффективная буферная зона может быть существенно уже безлесной (около 100 м для сосны обыкновенной).

Следует отметить, что в 1983-84 гг. в ранг ЛГР были переведены территории с различными категориями защитности: нерестоохраняемые зоны, запретные полосы вдоль рек, защитные полосы вдоль дорог, почвозащитные леса, памятник природы и др. Работа с архивной документацией периода выделения территорий ЛГР в категорию ООПТ позволила найти данные по 86 % резерватов. Из них 78 % были переведены в категорию ЛГР из лесов высоких категорий защитности, 14 % – из категории эксплуатационных лесов. Таким образом, ориентировочно не менее 70...80 % резерватов находятся на территориях изначально высоких категорий защитности. Важен тот факт, что в более поздней существующей документации о современных ЛГР данная информация имеется не всегда. Это может позволить неоднозначно трактовать статус территорий резерватов с высокой степенью нарушенности. Например, Гаринский ЛГР № 4 (см. рисунок 2) имеет на территории несколько значительных вырубок (уровень нарушенности ЛГР 10...20 %). При этом изначальная категория защитности этого насаждения, указанная в паспорте резервата, – «запретная нерестовая полоса», что следует учитывать при возможном пересмотре статуса территории.

Ниже в целях анализа эффективности и возможностей комплексного подхода к оценке состояния ЛГР на основе методов дистанционного и лесоводственно-таксационного обследования древостоев [15, 16] приведены конкретные результаты изучения 15 ЛГР Свердловской области, для которых был использован данный подход.

*Красноуфимский № 1.* Выделение метками – адекватное. Резерват имеет сложную структуру – состоит из двух отдельных частей. Согласно спутниковым снимкам степень антропогенной нарушенности составляет более 20 %: ровные узкие частые просеки на всей территории резервата, некоторое количество полностью вырубленных выделов, в основном примыкающих к опушке. Вместе с тем насаждения абсолютно преобладают на территории выделенных кварталов над вырубками, степень изолированности резервата – 0,75 периметра при среднем буферном расстоянии не менее 2,0 км, что в комплексе является одним из наивысших показателей среди ЛГР области.

*Красноуфимский № 3.* Адекватность выделения метками – требует уточнения. Нарушенность – более 20 %: вырубки, просеки, дороги. К территории примыкают сельхозугодья и коттеджный поселок. Цветовая гамма древостоев на снимках позволяет предположить, что темнохвойные насаждения преобладают не более чем на 50 % резервата. В ряде случаев геометрически правильные границы между участками леса могут свидетельствовать о целенаправленной рубке темнохвойных в прошлом. Изолированность – 0,25 периметра, среднее буферное расстояние – 0,5 км.

*Красноуфимский № 2.* Адекватность выделения метками – требует уточнения. Нарушенность – более 20 %: на спутниковых снимках видны ровные узкие частые просеки на большей части территории лесного массива. На территории резервата имеются грунтовые дороги и отдельные вырубки, примыкает населенный пункт и сельхозугодья. Изолированность – 0,25 периметра, среднее буферное расстояние – 1,0 км.

*Артинский № 2.* Адекватность выделения метками – требует уточнения. Нарушенность – 10...20 %: на снимках видно небольшое количество просек и грунтовых дорог. Изолированность – 0,75 периметра, среднее буферное расстояние – более 2,0 км, что в комплексе является одним из наивысших показателей изолированности среди ЛГР области.

*Билимбаевский № 1.* Адекватность выделения метками – требует уточнения. Нарушенность – 0...5 %: имеются просеки, грунтовые дороги, следы упорядоченных рубок, к резервату примыкает населенный пункт. Изолированность – 0,5 периметра, среднее буферное расстояние – более 2,0 км.

*Билимбаевский № 2.* Адекватность выделения метками – требует уточнения. Нарушенность – более 20 %: на преобладающей части территории резервата видны частые параллельные просеки, следы упорядоченных рубок, имеются иные просеки, грунтовые дороги. К резервату примыкают сельхозугодья и коттеджные поселки. Изолированность – требует уточнения границ, но не более 0,25 периметра, среднее буферное расстояние – не более 1,0 км.

*Кушвинский № 3.* Адекватность выделения метками – требует уточнения. Нарушенность – 10...20 %: видны просеки, грунтовые дороги, несколько выделов вырублено полностью, на половине территории резервата имеются частые параллельные просеки. К резервату примыкает населенный пункт. Изолированность – отсутствует.

*Красноуральский № 1.* Выделение метками – адекватное. Нарушенность – 10...20 %: на трети территории резервата видны очень частые параллельные просеки, несколько выделов вырублено полностью. Изолированность – отсутствует.

*Верхотурский № 1.* Выделение метками – адекватное. Нарушенность – 0...5 %: через резерват проходят асфальтовая и грунтовая дороги, просек и следов рубок относительно немного (преимущественно на немногочисленных участках с высокой концентрацией темнохвойных). К резервату примыкает населенный пункт и незначительное количество сельхозугодий (предположительно, покосы). Изолированность – отсутствует.

*Асбестовский № 1.* Адекватность выделения метками – требует уточнения. Резерват имеет 2 общих GPS-точки с Асбестовским ЛГР № 2, что может быть общей границей либо ошибкой в документах. Нарушенность – более 20 %: через резерват проходят асфальтовая и грунтовые дороги; на более чем 50 % территории видны следы относительно частых параллельных просек; ряд выделов вырублен полностью, к резервату примыкает населенный пункт. Изолированность – до 0,25 периметра, среднее буферное расстояние – до 200 м (требует уточнения границ ЛГР).

*Сухоложский № 1.* Адекватность выделения метками – требует уточнения. Нарушенность – более 20 %: на 70 % территории резервата видны узкие параллельные просеки, предположительно следы санитарных рубок; небольшое количество выделов вырублено полностью; на территории резервата проходят две широкие просеки линий электропередач (ЛЭП); к резервату примыкают населенный пункт и сельхозугодья. Изолированность – до 0,25 периметра, среднее буферное расстояние – до 2,0 км (требует уточнения границ ЛГР).

*Свердловский № 1.* Адекватность выделения метками – требует уточнения. Нарушенность – более 20 %: на 90 % территории резервата видны узкие параллельные просеки, предположительно следы санитарных рубок. Вырублено полностью незначительное количество выделов, но в восточной части резервата чередование цвета полос леса, ограниченных просеками, может говорить о широких сплошных рубках в недавнем прошлом (требует уточнения); на территории резервата проходят асфальтовые и грунтовые дороги, широкая просека ЛЭП, к резервату примыкает населенный пункт. Изолированность – 0,5 периметра, среднее буферное расстояние – 1,6 км.

*Талицкий № 1.* Адекватность выделения метками – требует уточнения. Резерват имеет сложную структуру выделения: состоит из трех отдельных частей. Нарушенность – более 20 %: резерват пересекают асфальтовая и грунтовые дороги, широкая просека трассы ЛЭП. На участках 1 и 2 просек практически не наблюдается, вырублено незначительное количество выделов, участок 3 покрыт относительно недавними широкими лесосечными просеками, ориентировочно вырублено около 1/6 территории насаждений всего резервата. Изолированность – отсутствует.



*Каменск-Уральский № 1.* Выделение метками – адекватное. Нарушенность – 5...10 %: несколько грунтовых дорог, следы рубок незначительны, резерват окружен коттеджными поселками и сельхозугодьями. Изолированность – 0,75 периметра, среднее буферное расстояние – более 2,0 км.

*Каменск-Уральский № 2.* Адекватность выделения метками требует уточнения. Нарушенность – более 20 %: на 90 % территории резервата видны узкие параллельные просеки, предположительно следы санитарных рубок. Вырублено полностью незначительное количество выделов, но в центральной и восточной частях резервата чередование цвета полос леса, ограниченных просеками, может свидетельствовать о широких сплошных рубках в недавнем прошлом (требует уточнения). К резервату примыкают коттеджные поселки и сельхозугодья. Изолированность – 0,5 периметра, среднее буферное расстояние – более 2,0 км.

Лесоводственно-таксационная оценка 15 ЛГР Свердловской области показала следующее.

На Уфимском плато в подзоне широколиственно-хвойных лесов изучено два ЛГР: Красноуфимские № 1 и № 3. Преобладающие типы леса – травяно-зеленомошниковые сосняки и ельники.

В лесостепной части Предуралья исследования проводились в ЛГР Красноуфимском № 2 и Артинском № 2. Растительность представлена сосновыми насаждениями разнотравных типов леса.

В южной тайге низкогорий Среднего Урала изучено 2 ЛГР: Билимбаевские № 1 и № 2. Типичные растительные сообщества резерватов – сосновые леса с пихтой и елью во 2-м ярусе, разнотравные типы леса, а также пихтово-еловые леса мелкотравных типов леса.

В южной тайге Зауральской холмисто-предгорной провинции исследованы ЛГР Кушвинский № 3 и Красноуральский № 1. Растительность представлена березово-сосновыми лесами, разнотравными типами леса.

Для южной тайги Западно-Сибирской равнины описан Верхотурский ЛГР № 1. Наиболее представлен тип леса – сосняк травяной.

На территории Зауральской холмисто-предгорной провинции в пределах распространения сосново-березовых предлесостепных лесов описано три ЛГР: Асбестовский № 1, Сухоложский № 1, Свердловский № 1. Преобладающие типы леса для первых двух – сосняки разнотравный и ягодниковый, для третьего – сосняки травяной и орляковый.

В пределах сосново-березовых предлесостепных лесов Зауральской равнинной провинции обследован Талицкий ЛГР № 1, относящийся к массивам островных реликтовых боров р. Пышмы. Преобладающие типы леса – сосняки ягодниковый, черничниковый и орляковый.

В лесостепной части Зауральского пенеплена обследованы ЛГР Каменск-Уральские № 1 (преобладающий тип леса – березняк разнотравный) и № 2 (преобладают сосняки злаково-разнотравные и орляковые).

| ЛПР                   | Древесная порода                | Площадь, га | Класс возраста | Класс бонитета | Запас, м <sup>3</sup> /га | Полнота   | Сравнительная средняя продуктивность (по Колесникову, 1974) | Санитарное состояние насаждений |
|-----------------------|---------------------------------|-------------|----------------|----------------|---------------------------|-----------|---|---------------------------------|
| Краснофимский № 1     | Сосна                           | 994,5       | IV-VI          | I-II           | 300...400                 | 0,6...0,7 | Выше средней  | Слабо поврежденные              |
| Краснофимский № 3     | Ель                             | 988,0       | VI-VII         | II-III         | 220...320                 | 0,5...0,7 | Полноценная   | «                               |
| Краснофимский № 2     | Сосна                           | 972,0       | V-VI           | I-II           | 360...440                 | 0,6...0,7 | Выше средней  | «                               |
| Артинский № 2         | Сосна                           | 980,0       | V              | I-II           | 340...420                 | 0,7...0,8 | «   | «                               |
| Билимбаевский № 1     | Ель сибирская;<br>сосна, береза | 1183,0      | IV-VIII        | I-III          | 250...400                 | 0,7...0,8 | Полноценная   | Фоновые                         |
| Билимбаевский № 2     | Сосна                           | 529,8       | VI-VII         | I-II           | 200...500                 | 0,7...0,9 | «   | «                               |
| Кушвинский № 3        | Ель сибирская,<br>сосна, береза | 1003,8      | IV-VII         | II-III         | 220...320                 | 0,7...0,8 | «   | Слабо поврежденные              |
| Красноуральский № 1   | Береза                          | 873,0       | VI-VIII        | II-III         | 220...280                 | 0,6...0,8 | «   | «                               |
| Асбестовский № 1      | Сосна                           | 1333,0      | IV-VII         | II             | 250...400                 | 0,6...0,8 | «   | «                               |
| Сухоложский № 1       | Сосна                           | 1115,0      | V-VI           | I-II           | 350...500                 | 0,8...1,0 | Выше средней  | «                               |
| Свердловский № 1      | Сосна                           | 848,0       | VI-VIII        | I-II           | 350...400                 | 0,7...0,8 | Полноценная   | «                               |
| Каменск-Уральский № 1 | Береза                          | 505,0       | VII-VIII       | II             | 230...270                 | 0,7...0,8 | «   | Фоновые                         |
| Каменск-Уральский № 2 | Сосна                           | 771,0       | V-VI           | I              | 350...480                 | 0,7...0,9 | Выше средней  | «                               |
| Верхотурский № 1      | Береза                          | 511,0       | VI             | II             | 200...260                 | 0,7...0,8 | Полноценная   | Слабо поврежденные              |
| Талицкий № 1          | Сосна                           | 1071,0      | VI             | II             | 320...350                 | 0,6       | «   | «                               |

В целом для всех обследованных ЛПР средний индекс жизненного состояния деревьев составляет 2,2; дефолиация (изреженность кроны) – до 27 %, дехромация (пожелтение хвои) – 9 %. Отдельно для сосны: индекс жизненного состояния – 2,5; дефолиация – 27 %; дехромация – 9 %; срок жизни хвои – 2,4 года; для ели: индекс жизненного состояния – 2,0; дефолиация – 26 %; дехромация – 9 %; срок жизни хвои – 6,2 года; для пихты: индекс жизненного состояния – 2,2; дефолиация – 28 %; дехромация – 6 %; срок жизни хвои – 6,1 года; для березы бородавчатой: индекс жизненного состояния – 1,7; дефолиация – 17 %; дехромация – 5,3 % [17, 18].

Результаты полевого обследования 15 ЛПР Свердловской области представлены в таблице.

Таксационные исследования во всех случаях позволяют отметить высокие лесоводственные показатели древостоев. Сравнительный анализ с данными дистанционного мониторинга показывает, что высокая степень антропогенной нарушенности характерна для насаждений с высоким запасом древесины на 1 га и преобладанием в составе леса сосны (в одном случае – ели). При этом для ЛПР с относительно низким запасом древесины на 1 га и преобладанием березовых насаждений либо сложным составом леса подобных проблем не отмечено. По санитарному состоянию в 11 случаях древостои обследованных ЛПР можно охарактеризовать как слабо поврежденные насаждения, в 4 случаях – как фоновые (условно неповрежденные) насаждения. Корреляции санитарного состояния насаждений и степени их антропогенной нарушенности (согласно данным дистанционного обследования) не выявлено.

### *Заключение*

Дистанционное изучение современного состояния лесных генетических резерватов с помощью анализа спутниковых снимков достаточно эффективно для первичного анализа ситуации.

Комплексный подход к оценке состояния ЛГР, сочетающий методы дистанционного и наземного лесоводственно-таксационного обследования древостоев, существенно повышает объективность получаемой информации и является перспективным как для разработки системы мониторинга состояния существующих, так и для создания новых ЛГР.

Согласно итогам выборочного полевого обследования 15 генетических резерватов, таксационные исследования во всех случаях отмечают высокие лесоводственные показатели насаждений, подтверждая перспективность использования семенного материала обследованных ЛГР для восстановления лесных насаждений данного региона. По санитарному состоянию древостои большинства ЛГР можно описать как слабо поврежденные насаждения, что для промышленно развитой Свердловской области следует считать удовлетворительным результатом [7]. Корреляции уровня нарушенности древостоев рубками с их санитарным состоянием не выявлено, однако отмечается, что высокая степень антропогенной нарушенности более характерна для насаждений с преобладанием в составе леса хвойных пород и высоким запасом древесины на 1 га.

В комплекс мер по дальнейшему сохранению высококачественного генетического фонда лесообразующих пород следует включить как проведение комплекса лесовосстановительных мероприятий на территориях ЛГР, так и создание вдоль облесенных границ резерватов рекомендованных [8] буферных зон на основе семенного материала соответствующих ЛГР либо насаждений иного видового состава. Кроме того, в связи с обнаружением значительного количества относительно недавних вырубок рекомендуется присоединить ЛГР к программе спутникового контроля территорий, созданной для слежения за незаконными рубками [2].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев А.С.* Мониторинг лесных экосистем: учеб. пособие для вузов. СПб.: ЛТА, 1997. 116 с.
2. В 2014 г. дистанционным космическим мониторингом будет охвачено 8 лесничеств Свердловской области // Новости Департамента лесного хозяйства по Уральскому федеральному округу от 20.01.2014. Режим доступа: <http://www.rosleshoz.gov.ru/dep/ural/press/425>. Дата обращения: 24.01.2016.
3. Временная методика по учету сосновых насаждений, подверженных влиянию промышленных выбросов (для опытно-производственной проверки). М.: ВНИИЛМ Гослесхоза СССР, 1986. 34 с.
4. Границы особо охраняемых природных территорий Свердловской области // Приложение к рукописному отчету для Министерства природных ресурсов Свердловской области. Екатеринбург: Уральская геологосъемочная экспедиция, 2004.

5. Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1974. 176 с.
6. Мамаев С.А. Принципы выявления и сохранения генетических ресурсов древесных растений в лесах СССР // Лесн. хоз-во. 1984. № 11. С. 35–38.
7. Махнёв А.К. Проблемы выделения и сохранения лесных генетических резерватов в районах расположения крупных промышленных центров на Урале // Хвойные бореальной зоны. 2010. Т. XXVII, № 1-2. С. 131–135.
8. Положение о выделении и сохранении генетического фонда древесных пород в лесах СССР. М.: Госкомлес СССР, 1982. 22 с.
9. Постановление Правительства Свердловской области от 17 янв. 2001 г. № 41-ПП «Об установлении категорий, статуса и режима особой охраны особо охраняемых природных территорий областного значения и утверждении перечней особо охраняемых природных территорий, расположенных в Свердловской области» (с изменениями от 2002–2014 гг.) // Документы министерства природных ресурсов и экологии Свердловской области. Режим доступа: [mprso.ru/users/41-пп.docx.docx](http://mprso.ru/users/41-пп.docx.docx). Дата обращения: 24.01.2016.
10. Санитарные правила в лесах России. М.: Наука, 1998. 16 с.
11. Санников С.Н., Гришина И.В. Экспериментальное изучение дальности разлета пыльцы сосны в древостое // Экология. 1979. № 1. С. 91–93.
12. Санников С.Н., Петрова И.В. Дифференциация популяций сосны обыкновенной. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 247 с.
13. Санников С.Н., Шавнин С.А., Санникова Н.С., Петрова И.В. Эколого-генетические принципы выделения и классификации лесных генетических резерватов // Экология. 2015. № 1. С. 3–8.
14. Цветков В.Ф., Лесинский Е.А., Армалайтис К.Э., Пархимович Т.А. Мониторинг состояния лесов Европейского Севера: метод. рекомендации. Архангельск: АГТУ, 1995. 35 с.
15. Шавнин С.А., Галако В.А., Власенко В.Э. и др. Лесоводственная характеристика и состояние лесных генетических резерватов Среднего Урала // Вестн. МГУЛ–Лесн. вестн. 2014. № 4. С. 63–70.
16. Шавнин С.А., Галако В.А., Власенко В.Э., Лебедев В.А. Особенности организации лесных генетических резерватов на Среднем Урале // Изв. Оренбургского гос. аграрного ун-та. 2012. № 4. С. 222–225.
17. Bitterlich W. *The Relascope Idea: Relative Measurements in Forestry*. UK, Farnham, 1984. 242 p.
18. Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests. *International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests)*. UNECE. Hamburg; Geneva, 1986. 97 p.
19. Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests. *International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests)*. UNECE. Hamburg; Geneva, 1994. 177 p.
20. Stern K., Roche L. Genetics of Forest Ecosystems. *Ecological Studies*, 1974, vol. 6. 332 p.

Поступила 18.01.16

UDC 581.524:502.55:630\*  
DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.1.104

**Integrated Assessment of Forest Genetic Reserves of the Sverdlovsk Region  
by the Methods of Remote and Ground Survey**

*S.A. Shavnin, Doctor of Biological Sciences, Professor, Senior Research Scientist*

*V.A. Lebedev, Research Assistant*

*V.A. Galako, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research Officer*

*V.E. Vlasenko, Candidate of Biological Sciences, Senior Research Officer*

Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, ul. 8 Marta,  
202A, Yekaterinburg, 620144, Russian Federation; e-mail: common@botgard.uran.ru

In order to preserve the genetic resources of the main forest-forming species 111 forest genetic reserves (FGR) were allocated in the Sverdlovsk region in 1983–1984. The satellite images analysis of FGR and a ground survey of 15 of them were carried out to assess the current state of those protected areas. Using the satellite images and the developed specialized scales we defined the proportion of the anthropogenic disturbed FGR territory, the treeless buffer zones around reserves, and the compatibility of the GPS-tags boundary allocation system of FGR with the problems of its practical use. The analysis revealed the following degrees of FGR disturbance: 54 FGR had more than 20 % of the disturbed area; 25 – 10...20 %; 6 – 5...10 %; 21 – 0...5 %. We did not obtain data of 5 reserves. All of 111 FGR did not have proper treeless buffer zones. Only 30 FGR had a treeless zone along the borders. The rest of them were surrounded by the forestland. Forest measurement data of the stands indicated a high rate of silvicultural parameters of plantations. The sanitary state of the stands was also observed: 11 FGR were slightly damaged, 4 FGR were not damaged. The average vital index of trees of all examined FGR was 2.2; defoliation (thinning of the crown) was up to 27 %; dehromation (or needles yellowing) was 9 %. The comprehensive approach to the FGR state assessment, combining the methods of remote and ground silvicultural and taxation survey of the stands significantly increased the objectivity of the received information. This approach is promising for the development of the monitoring system of existing FGR, as well as for the creation of new reserves in the Russian Federation. The specific measures for conservation and improvement of the surveyed areas are proposed.

*Keywords:* genetic reserve, silvicultural and taxation assessment of pine plantations, satellite image analysis, remote sensing method.

REFERENCES

1. Alekseev A.S. *Monitoring lesnykh ekosistem* [Monitoring of Forest Ecosystems]. Saint Petersburg, 1997. 116 p.

2. V 2014 g. distantsionnym kosmicheskim monitoringom budet okhvacheno 8 lesnichestv Sverdlovskoy oblasti [8 Forestries of the Sverdlovsk Region will Be Covered by a

---

*For citation:* Shavnin S.A., Lebedev V.A., Galako V.A., Vlasenko V.E. Integrated Assessment of Forest Genetic Reserves of the Sverdlovsk Region by the Methods of Remote and Ground Survey. *Lesnoy zhurnal*, 2017, no. 1, pp. 104–118. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.1.104

Remote Space Monitoring in 2014]. *Novosti Departamenta lesnogo khozyaystva po Ural'skomu federal'nomu okrugu ot 20.01.2014* [News of the Forestry Department in the Ural Federal District Dt. 01.20.2014]. Available at: <http://www.rosleshoz.gov.ru/dep/ural/press/425> (accessed 24.01.2016).

3. *Vremennaya metodika po uchetu sosnovykh nasazhdeniy, podverzhennykh vliyaniyu promyshlennykh vybrosov (dlya opytно-proizvodstvennoy proverki)* [The Temporary Method of Accounting of Pine Plantations Affected by Industrial Emissions (for the Experimental Production Test)]. Moscow, 1986. 34 p.

4. Granitsy osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy Sverdlovskoy oblasti [The Boundaries of Protected Areas of the Sverdlovsk Region]. *Prilozhenie k rukopisnomu otchetu dlya Ministerstva prirodnykh resursov Sverdlovskoy oblasti* [The Annex to the Manuscript Report for the Ministry of Natural Resources of the Sverdlovsk Region]. Yekaterinburg, 2004.

5. Kolesnikov B.P., Zubareva R.S., Smolonogov E.P. *Lesorastitel'nye usloviya i tipy lesov Sverdlovskoy oblasti* [Forest Conditions and Forest Types of the Sverdlovsk Region]. Sverdlovsk, 1974. 176 p.

6. Mamaev S.A. Printsipy vyyavleniya i sokhraneniya geneticheskikh resursov drevesnykh rasteniy v lesakh SSSR [Principles for Identification and Conservation of Genetic Resources of Woody Plants in the Forests of the USSR]. *Lesnoe khozyaystvo*, 1984, no. 11, pp. 35–38.

7. Makhnev A.K. Problemy vydeleniya i sokhraneniya lesnykh geneticheskikh rezervatov v rayonakh raspolozheniya krupnykh promyshlennykh tsentrov na Urale [Problems of Selection and Conservation of Forest Genetic Reserves in the Areas of Location of Industrial Hubs in the Urals]. *Khvoynye boreal'noy zony* [Conifers of the Boreal Area], 2010, vol. XXVII, no. 1-2, pp. 131–135.

8. *Polozhenie o vydelenii i sokhraneniі geneticheskogo fonda drevesnykh porod v lesakh SSSR* [Regulations on the Selection and Conservation of the Genetic Stock of Trees in the Forests of the USSR]. Moscow, 1982. 22 p.

9. Postanovlenie Pravitel'stva Sverdlovskoy oblasti ot 17 yanv. 2001 g. № 41-PP «Ob ustanovlenii kategoriy, statusa i rezhima osoboy okhrany osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy oblastnogo znacheniya i utverzhdenii perechney osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy, raspolozhennykh v Sverdlovskoy oblasti» (s izmeneniyami ot 2002–2014 gg.) [Resolution of the Government of the Sverdlovsk Region No. 41-PP Dt. January 17, 2001 “On the Establishment of Categories, Status and Special Protection of Protected Natural Areas of Regional Importance, and Approval of Lists of Protected Areas Located in the Sverdlovsk Region” (as Amended in 2002–2014)]. *Dokumenty ministerstva prirodnykh resursov i ekologii Sverdlovskoy oblasti* [Documents of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Sverdlovsk Region]. Available at: <http://www.mprso.ru/users/41-pp.docx.docx> (accessed 24.01.2016).

10. *Sanitarnye pravila v lesakh Rossii* [Sanitary Rules in Forests of Russia]. Moscow, 1998. 16 p.

11. Sannikov S.N., Grishina I.V. Eksperimental'noe izuchenie dal'nosti razleta pyl'tsy sosny v drevostoe [Experimental Study of the Pine Pollen Range Expansion in the Stand]. *Ekologiya* [Russian Journal of Ecology], 1979, no. 1, pp. 91–93.

12. Sannikov S.N., Petrova I.V. *Differentsiatsiya populyatsiy sosny obyknovennoy* [Differentiation of Scots Pine Populations]. Yekaterinburg, 2003. 247 p.

13. Sannikov S.N., Shavnin S.A., Sannikova N.S., Petrova I.V. Ekologo-geneticheskie printsipy vydeleniya i klassifikatsii lesnykh geneticheskikh rezervatov [Envi-

ronmental and Genetic Principles of Selection and Classification of Forest Genetic Reserves]. *Ekologiya* [Russian Journal of Ecology], 2015, no. 1, pp. 3–8.

14. Tsvetkov V.F., Lesinskiy E.A., Armalaytis K.E., Parkhimovich T.A. *Monitoring sostoyaniya lesov Evropeyskogo Severa: metod. rekomendatsii* [North European Forests Stock Monitoring]. Arkhangelsk, 1995. 35 p.

15. Shavnin S.A., Galako V.A., Vlasenko V.E. et al. Lesovodstvennaya kharakteristika i sostoyanie lesnykh geneticheskikh rezervatov Srednego Urala [Silvicultural Characteristic and State of Forest Genetic Reserves of the Middle Urals]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoy vestnik* [Moscow State Forest University Bulletin – Lesnoy Vestnik], 2014, no. 4, pp. 63–70.

16. Shavnin S.A., Galako V.A., Vlasenko V.E., Lebedev V.A. Osobennosti organizatsii lesnykh geneticheskikh rezervatov na Srednem Urale [Specifics of Forest Genetic Reserves in the Middle Urals]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia of Orenburg State Agrarian University], 2012, no. 4, pp. 222–225.

17. Bitterlich W. *The Relascope Idea: Relative Measurements in Forestry*. UK, Farnham, 1984. 242 p.

18. Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests. *International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests)*. UNECE. Hamburg; Geneva, 1986. 97 p.

19. Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests. *International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests)*. UNECE. Hamburg; Geneva, 1994. 177 p.

20. Stern K., Roche L. Genetics of Forest Ecosystems. *Ecological Studies*, 1974, vol. 6. 332 p.

Received on January 18, 2016

---